

## 《原 著》

# <sup>99m</sup>Tc Teboroxime SPECT による心筋血流 評価とそのクリアランス

中嶋 憲一\* 滝 淳一\* 分校 久志\* 谷口 充\*  
秀毛 範至\* 久慈 一英\* 久田 欣一\* 清水 賢巳\*\*

**要旨** <sup>99m</sup>Tc teboroxime は心筋に高い集積性を示し、早いクリアランスを有する心筋血流用放射性医薬品として注目されている。そこで、<sup>201</sup>Tl による心筋血流 SPECT と所見を比較し、また断層で心筋のクリアランスを測定した。Teboroxime のデータ収集は連続反復収集により静注後 4 分後より 3 分間の画像を用いて再構成した。両者の SPECT 所見から、15 症例 45 領域について正常、虚血、梗塞の判定をしたところ、33 領域 (73%) で一致した。また、冠動脈狭窄部では対照部と比較して、有意のクリアランス遅延を認めた (paired T 検定により安静時  $p=0.0087$ , 負荷時  $p=0.0385$ )。クリアランスと初期カウントのそれぞれの中間/側壁比の間には、正の相関 ( $r=0.743$ ) を認めた。Teboroxime は新しい心筋血流用放射性医薬品として今後の臨床応用が期待できる。

(核医学 29: 485-493, 1992)

## I. はじめに

心筋血流の核医学的評価は従来 <sup>201</sup>Tl が主体に行われてきたが、その冠動脈疾患における利用は普及し、現在は標準的な検査法となっている<sup>1)</sup>。近年、この <sup>201</sup>Tl に変わり得る可能性をもつ放射性医薬品として <sup>99m</sup>Tc の製剤である <sup>99m</sup>Tc 標識 teboroxime (methyl-boron[1-]-tris[1,2-cyclohexanedione dioxime(1-)-N',N'',N''',N''',N''']) が開発された<sup>2,3)</sup>。この薬剤の心筋集積は早く高値であり、また心筋からの消失も、半減期の第 1 相が約 3 分、第 2 相が約 60 分と早い<sup>4-8)</sup>。この薬剤が、<sup>201</sup>Tl の所見とどの程度一致するのか、またその心筋からのクリアランスにどのような意義がある

のか検討されつつあるが、いまだ検討は不十分である<sup>4-18)</sup>。特に SPECT の応用については、データ収集が従来の <sup>201</sup>Tl 検査と比較して容易でないために報告が少ない。そこで、この論文では dynamic SPECT の手法を用いてこれらの点について解析を行った<sup>7,8,19)</sup>。

## II. 対象と方法

### 対象と運動負荷

対象は虚血性心疾患を疑われて、<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT 検査および <sup>99m</sup>Tc teboroxime の SPECT 検査が施行された 16 症例である。冠動脈造影は 14 症例において 1 か月以内に施行され、75% 以上を有意狭窄とすると、1 枝病変 8 例 (左冠動脈前下行枝 (LAD) 6 例、回旋枝 (LCX) 1 例、右冠動脈 (RCA) 1 例)、2 枝病変 (LAD と LCX) 4 例、3 枝病変 1 例、有意狭窄なし 1 例であった。1 症例は 3 枝病変で冠動脈バイパス手術後であった。これらの症例では自転車エルゴメータによる運動負荷検査を、<sup>201</sup>Tl と teboroxime により 1 週間以内に

\* 金沢大学医学部核医学科

\*\* 同 第二内科

受付: 3 年 12 月 16 日

最終稿受付: 4 年 2 月 6 日

別刷請求先: 金沢市宝町 13-1 (☎ 920)

金沢大学医学部核医学科

中嶋 憲一

施行した。最大運動時の負荷量は teboroxime 検査では心拍数  $115 \pm 15$ /分, rate-pressure product (RPP) が  $19,283 \pm 5,134$ ,  $^{201}\text{Tl}$  検査では心拍数  $114 \pm 17$ /分, RPP が  $20,592 \pm 4,668$  で有意差を認めず, 運動終了時の症状と心電図変化にも有意差がなかった。また, 1 症例では, 心筋梗塞に伴う急性左心不全のため心カテーテル検査の適応とならなかったが, 検査の再現性をみるため, 安静時の検査を 2 時間 30 分の間隔で 2 回繰り返した。

放射性医薬品の投与量は  $^{201}\text{Tl}$  が 111 MBq,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  teboroxime は 1 回目が 370–555 MBq, 2 回目が 550–740 MBq であった。

#### データ収集

SPECT のデータ収集は,  $^{201}\text{Tl}$  負荷検査については  $64 \times 64$  マトリクスで, 1 方向 30 秒, 60 方向, 360 度のデータ収集を行った。コリメータは高分解能平行コリメータを用いた。後期イメージは 3 時間後に同様の収集条件で施行した。

また, teboroxime については, すでに報告したように, 3 検出器型 SPECT (東芝 GCA9300A およびデータ処理装置 GMS 550U) による連続反復収集法を用いた<sup>8)</sup>。すべての症例において安静時検査を先に施行し, 運動負荷時の検査は, 安静時検査の 1–3 時間後に施行した。安静時は, teboroxime 注射直後より収集を開始し, 1 分 1 回 (各カメラは 120 度回転) の SPECT データ収集を交互回転で 30 回繰り返した。収集マトリクスは  $64 \times 64$  で連続モードであるが 1 投影像のサンプリング角度は 4 度である。またコリメータは汎用コリメータを用いた。運動負荷時のデータ収集は, 最高運動時に teboroxime を注射後, さらに運動を 1 分間継続, その後 SPECT ベッドに移動した直後から行った。運動終了後 SPECT 開始までの時間は 3 分 30 秒から 4 分 30 秒であった。運動時の SPECT データ収集も安静時と同様であるが, 総収集時間は 15 回転の 15 分間にした。

#### SPECT データ再構成法

$^{201}\text{Tl}$  のデータは 60 枚の投影像に Butterworth フィルターによる前処理 (order 8, cutoff 周波数 0.47 cycle/cm) を施行し, Ramp フィルターで逆

投影を行った。また, teboroxime のデータについては安静時は収集開始後 4 分目から 3 分間, 負荷時は収集開始直後から 3 分間の加算投影画像を用いて, SPECT 画像再構成を行った<sup>8)</sup>。前処理および再構成法は  $^{201}\text{Tl}$  と同様にした。いずれも体軸横断断層像および長軸矢状断層, 短軸断層像を再構成した。

また, 心筋からのクリアランスの測定のためには, 体軸断層像のみを 1 分ごとに経時的に作成した。

#### SPECT 画像の読影

各 SPECT 像において, 短軸断層像の心基部寄り, および心尖寄りの 2 スライスを選択し, それぞれ X 字型に 4 区画に分けた後, 前壁中隔, 側壁, 下壁 (または後壁) の 3 領域に分けた。この各領域について, 複数の核医学専門医の合議により, (1) 梗塞, すなわち安静および負荷ともに集積低下, (2) 虚血, すなわち運動時の集積低下と  $^{201}\text{Tl}$  後期イメージでの再分布,あるいは teboroxime の安静時の filling の所見, (3) 安静負荷とも異常なしの 3 群に分類した。また, 虚血と梗塞が同一の領域に認められるときは虚血と判定した。

#### Teboroxime のクリアランスの計算

負荷時の検査は, 負荷終了後約 4 分以降の画像しか収集できなかったため, 安静時と比較できるように, いずれの検査も 4 分から 10 分間のデータを用いて, 単指数関数 ( $C_0 \exp(-kt)$ ) による関数あてはめを行った。ここで,  $C_0$  は初期値,  $k$  はクリアランス (/分) である。この際, 運動時の検査では前検査のためバックグラウンドが高くなっているが, 正確な推定が困難と考え補正は行わなかった。このうち, 同一の体軸断層像で, 有意狭窄 ( $\geq 75\%$ ) と狭窄なしの 2 つの領域が設定できた 7 症例を対象に, その関数フィッティングの初期値  $C_0$  とクリアランス  $k$  (/分) を求めた。

### III. 結 果

#### 領域ごとの所見の検出率

$^{201}\text{Tl}$  の所見と比較して, 正常, 虚血, 梗塞の

**Table 1** Detection of abnormality by <sup>201</sup>Tl and <sup>99m</sup>Tc teboroxime

	<sup>201</sup> Tl			Total
	Normal	Ischemia	Infarction	
Anteroseptal region				
Tebo				
Normal	8	1	0	9
Ischemia	1	3	0	4
Infarction	0	0	2	2
Total	9	4	2	15
Lateral region				
Tebo				
Normal	9	1	0	10
Ischemia	0	1	0	1
Infarction	0	2	2	4
Total	9	4	2	15
Inferoposterior region				
Tebo				
Normal	5	2	0	7
Ischemia	1	1	2	4
Infarction	0	2	2	4
Total	6	5	4	15
Whole regions				
Tebo				
Normal	22	4	0	26
Ischemia	2	5	2	9
Infarction	0	4	6	10
Total	24	13	8	45
Complete agreement				
Region				
Anteroseptal	13/15 (87%)			
Lateral	12/15 (80%)			
Inferoposterior	8/15 (53%)			
Whole	33/45 (73%)			

判定の一致率を Table 1 に示した。15症例の全領域 (45 領域) についてみると、<sup>201</sup>Tl と teboroxime の一致は 33 領域 (73%) であった。不一致例は、<sup>201</sup>Tl 上の虚血13領域のうち、teboroxime で4領域が正常、4領域が梗塞とみなされた。<sup>201</sup>Tl 上の虚血を teboroxime で正常と判定した4領域のうち2領域は後下壁であった。一方、<sup>201</sup>Tl 上の梗塞 (8 領域) のうち、2領域では虚血と判定され、これも後下壁であった。所見の完全一致率を前壁中隔、側壁、後下壁についてみると、それぞれ

13/15 (87%)、12/15 (80%)、8/15 (53%) となり後下壁が低値であった。

### 安静時の検査の再現性

安静時の検査の再現性を見るために動態 SPECT を再検した症例の心筋、肺の時間放射能曲線を比較して Fig. 1 に示した。第2回目の注射は SPECT 収集開始後3分後にボースで施行した。したがって、注射直後の1分目のカウントはアーチファクトにより正確とはいえない。それぞれの心筋からのクリアランス (注射後4分から10分間) は、1回目が  $k=0.0464/\text{分}$  ( $T\ 1/2=12.1$  分)、2回目が  $k=0.0684/\text{分}$  ( $T\ 1/2=10.1$  分) であった。2回目の SPECT について直前のバックグラウンド値を用いて減算しても、 $k=0.0683/\text{分}$  ( $T\ 1/2=10.1$  分) であった。

### 心筋からのクリアランス

検討した7症例の安静時および運動時の狭窄領域、対照領域のクリアランスを Table 2 に示した。また、典型的なこのクリアランスの差を20分までのグラフとして Fig. 2 に示した。またこの症例の体軸断層像の経時的画像を Fig. 3 に示した。この症例では、<sup>201</sup>Tl の経時的画像上、視覚的には明らかな再分布を認めなかった。安静時の  $k$  値のばらつきをみると比較的大きく、個別の症例をこの値のみで正常と異常に鑑別することは困難であった。しかしながら、同一の心筋内では狭窄部は対照部と比較して有意に  $k$  値は小さく (paired-T 検定にて安静で  $p=0.0087$ 、負荷で  $p=0.0385$ )、狭窄部での洗い出しの遅延が認められた。負荷の  $k$  値は安静時より低値であったが、前項で示したように、負荷時は1回目のバックグラウンドが補正されていないため、安静と負荷の間の有意差は検定しなかった。安静時と負荷時の  $k$  値の比 (狭窄部/対照部) はそれぞれ 0.882 および 0.798 であり、負荷時の方が違いが大きく算出された。

このクリアランス値の中隔/側壁比と指数関数近似の初期値の中隔/側壁比の相関を14回の検査について、Fig. 4 に示す。両者の間には Ratio ( $k$ ) $=0.849 \times \text{Ratio} (C_0)+0.156$  ( $n=14$ ,  $r=0.781$ ) の有意の正の相関が認められた ( $p=0.001$ )。



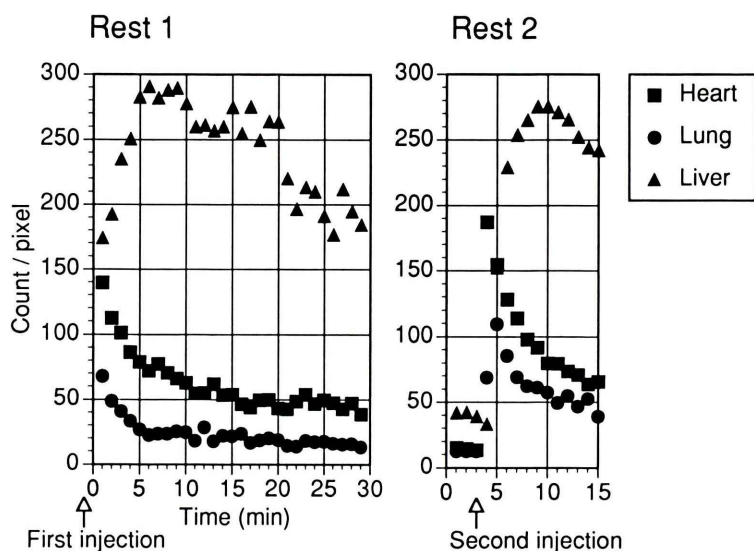


Fig. 1 Time-activity curves from the regions of interest on the heart, lung and liver. The second resting study was repeated 2.5 hours later.

Table 2 Myocardial clearance rate (k) in the regions of control and stenotic artery

Case	Rest		Exercise*	
	stenosis	control	stenosis	control
1	5.726	6.203	3.765	6.800
2	5.319	5.646	3.471	4.259
3	6.383	6.765	3.976	4.906
4	6.669	7.157	4.089	4.753
5	4.270	6.025	5.088	5.174
6	4.802	5.751	4.282	4.350
7	4.635	5.324	4.050	5.751
Mean (/min)	5.401	6.124	4.103	5.141
SE	0.342	0.244	0.191	0.336
Mean $T_{1/2}$ (min)	12.8	11.3	16.9	13.5
Ratio of k				
(Stenosis/Control)	0.882		0.798	
Paired T	p=0.0087		0.0385	

\* Background activity from the previous study was not corrected.

#### IV. 症 例

症例 1 (Fig. 5). 59 歳男性で陳旧性心筋梗塞の診断がなされている。冠動脈造影では LAD 50%, LCX 95%, RCA 75% の狭窄を認めた。Teboroxime の短軸断層像を図に示すが、下側壁は運動時の血流低下部に、安静で不完全ながら

Teboroxime Study at Rest (Case Y.Y.)

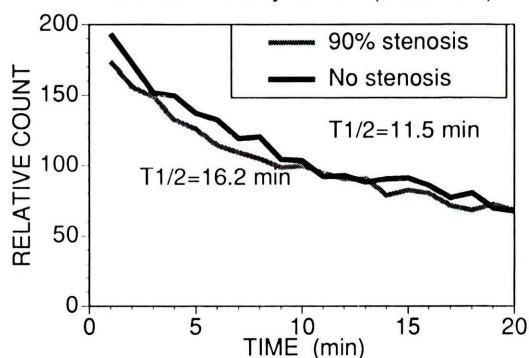


Fig. 2 Difference of clearance curves calculated from control and stenotic regions. The half-life ( $T_{1/2}$ ) was calculated by the data from 4 to 13 minutes after injection.

filling が認められ、虚血と診断された。一方、 $^{201}\text{Tl}$  像では下壁は欠損であり、後期像でもその範囲は狭くなるため虚血はあるものと考えられるが、一部は梗塞とみなされた。この症例では、全体に teboroxime の方が  $^{201}\text{Tl}$  より異常の範囲が狭く描画された。

症例 2 (Fig. 6). 55 歳男性で陳旧性心筋梗塞および労作性狭心症の診断がなされている。冠動脈

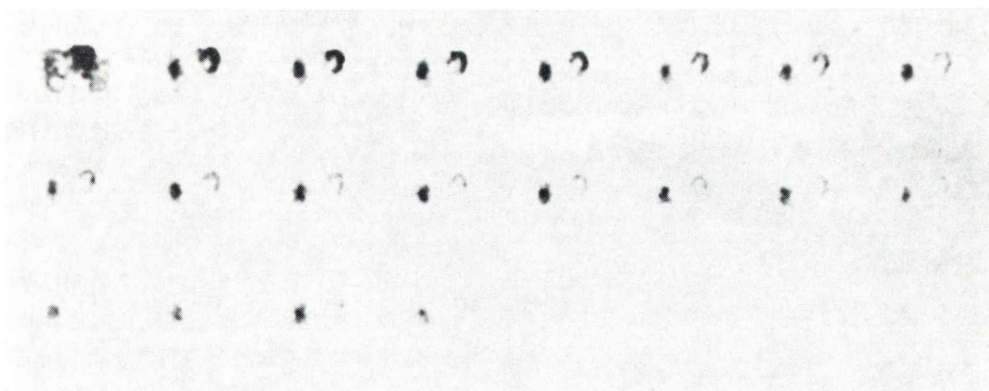


Fig. 3 Serial transaxial images (1 min/frame) of the patient shown in Fig. 2. No significant redistribution was observed.

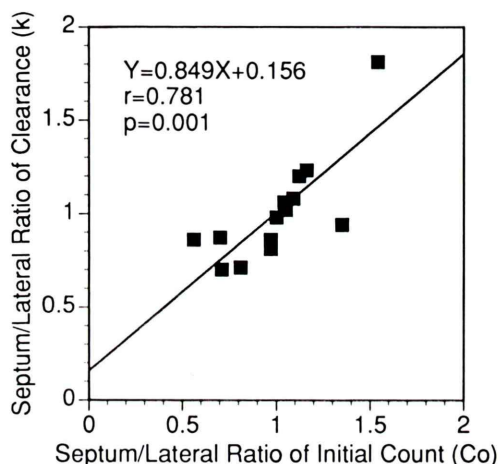


Fig. 4 Correlation of septum-to-lateral ratios between the clearance rate (k) and initial count ( $C_0$ ).

造影では LAD の 100% 狭窄があり、1 枝病変であった。 $^{201}\text{Tl}$  では前壁中隔の集積低下と不完全再分布が認められた。また teboroxime では、この  $^{201}\text{Tl}$  の領域より狭い範囲で前壁の不完全な filling が認められた。

## V. 考 察

### Teboroxime のデータ収集法

$^{99m}\text{Tc}$  teboroxime は注射後早期に心筋に集積し、心筋からのクリアランスも半減期 5-10 分と早い

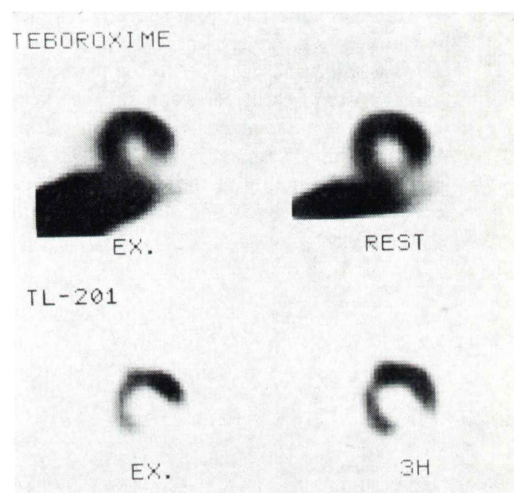
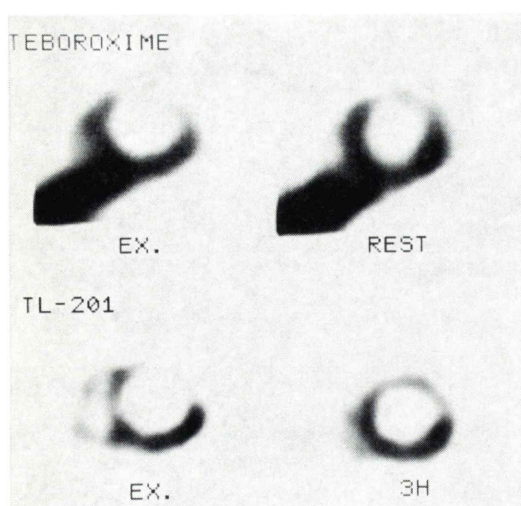


Fig. 5  $^{99m}\text{Tc}$  teboroxime and  $^{201}\text{Tl}$  short-axis images in a patient with inferolateral infarction. In the teboroxime study, incomplete filling was observed in this segment. While in the  $^{201}\text{Tl}$  study, inferolateral region showed persistent defect, although redistribution was seen in the border of infarction. Lower threshold for display is 30% for teboroxime and 20% for  $^{201}\text{Tl}$  images.

ため、当初は planar の検査が中心に行われたが、 $^{201}\text{Tl}$  負荷検査との比較でも匹敵する異常の検出率が報告されてきた<sup>5,7,9)</sup>。一方、SPECT 検査への応用は、その早い動態のために遅れていたが、単検出器の SPECT 装置でも 180 度収集で、



**Fig. 6**  $^{99m}\text{Tc}$  teboroxime and  $^{201}\text{Tl}$  short-axis images in a patient with anteroapical infarction associated with angina pectoris. In the teboroxime images, anterior wall perfusion was markedly reduced and associated with slight filling. Although the  $^{201}\text{Tl}$  images showed similar findings, the abnormality of the stress images was smaller in the teboroxime study than in the  $^{201}\text{Tl}$  study.

視覚的にアーチファクトのない画像が得られること、またより早い動態の検査に適した3検出器型装置の利用によって、十分施行できることが示されてきた<sup>7,8,11,14-18</sup>。この検討では、すでに報告した連続反復回転収集を行うことにより、早期の高計数率の部分を利用した良好な画質を注射4分後より3分間の画像でも得ることができた<sup>8</sup>。また、肝の増加する放射能も特に読影の妨げにはならなかった。負荷終了から測定開始までの時間は、良好な画像を得るために重要であるが、SPECT撮像の場合は注射後の負荷継続約1分間とカメラのセッティングの時間をいれると、最低でも3分間は必要であろう。SPECT装置のすぐ横で負荷をしたり、点滴路を確保したままの移動、胸痛時の処置など、実際的な工夫によって、ある程度の時間短縮は可能と思われる。

この検討では、安静時に先に施行したが、それは心筋からのクリアランスを前検査からの影響な

しに施行するためであった。一方、負荷時の検査では、心筋の取り込みが、1-3時間後にはかなり低下しているとはいえ、定量的には無視できないので、安静と負荷の定量データの比較は行わなかった。しかしながら、クリアランスを解析せずにSPECTの画像のみが必要ならば、データ収集は10分以内に終了することも可能であり、また前検査の放射能残存も少ないため、1時間程度の間隔で繰り返し検査をすることも可能と思われる。今回の臨床試験では安静と負荷の最低の間隔が1時間であったが、前検査の肝の集積残存は実質的に問題とならず、また心筋の放射能は十分に低下していた。さらに、負荷を先に施行する方法も考えられ、いずれを先にすべきかはさらに検討を要する点である。

#### Teboroxime と $^{201}\text{Tl}$ の病変検出率

Teboroxime による病変検出率は、有病正診率84%、無病正診率91%と報告されており、 $^{201}\text{Tl}$ シンチグラフィと同等の結果が得られている<sup>14</sup>。また、これまでの報告ではteboroximeの方が虚血の検出に優れていたという報告も見られる一方で、 $^{201}\text{Tl}$ の方がやや良好とする報告も見られる<sup>14</sup>。今回の臨床試験の中で、 $^{201}\text{Tl}$ とteboroximeはほぼ一致する所見(73%)が得られたが、不一致の症例について調べてみると、以下のことが分かる。 $^{201}\text{Tl}$ の虚血所見をteboroximeで正常と判定した4領域では、冠動脈造影ではいずれも50%以下の狭窄であり、 $^{201}\text{Tl}$ が過大に評価している可能性も考えられる。また、 $^{201}\text{Tl}$ での梗塞をteboroximeで虚血とみなした2症例では狭窄は75%および50%であった。逆に $^{201}\text{Tl}$ 上の虚血をteboroximeで梗塞とみなした領域の冠動脈狭窄を見るとそれぞれ75%、90%、95%、0%の狭窄の領域であった。これらの不一致の原因としては、負荷量と患者の状態が2検査で全く同一ではないこと、冠動脈支配とシンチグラフィ上の分割の対応が全例で同一でないこと、 $^{99m}\text{Tc}$ と $^{201}\text{Tl}$ の吸収の違いによる画像の印象の差、 $^{201}\text{Tl}$ とteboroximeの動態の違いによる差など、様々な因子が考えられる。今回の検討では、心筋の状態



が梗塞か虚血か正常かを冠動脈造影の狭窄率から判定することが困難なため、正診率の観点から所見を分析することができず、 $^{201}\text{Tl}$  所見との相違にとどまった。しかし、今後さらに症例を増やし、統計的にはっきりとした検討が必要である。

下壁の病変検出率には肝との重なり、あるいは散乱の影響が問題となる。今回の症例では、注射後早期の画像を撮ることによって、特に下壁が読影不能となった症例はなかった。しかしながら、右冠動脈の単独病変の症例が1例しかなかったため、下壁の不一致例の解析とあわせて、今後の検討課題としたい。

### クリアランスの意義

心筋からのクリアランスに差が認められることを利用して、心筋血流の予備能、イメージング中の血流の差が評価できるのではないかという期待が持たれている<sup>10,13,14,16</sup>。狭窄部で血流が低下し、それが心筋からの **teboroxime** クリアランスの低下として検出されるということは、画像上は軽度ながらも、いわゆる再分布現象が生じることを示している。しかしながら、今回の症例の中では、1分ごとの画像をみても再分布は不明瞭であった。その理由としては、洗い出しの差が小さいこと、心筋の集積が急速に低下するために画質が経時的に悪化することがあげられよう。

今回の検討では、同一の心筋内で比較すると、狭窄部位で有意のクリアランスの低下が認められた。ただし、異なる心筋でのクリアランスはばらつきが大きいので、一般的な正常範囲を決定することは困難であった。また、繰り返して施行した場合でも必ずしも再現性は良くなかった。その原因としては、患者によりトレーサーが心筋に到達するまでのボーラスの状態、すなわち心筋への入力が一定とならないことのほかに、技術的に、特に負荷後は収集開始時間のばらつきも考えられる。今回の1回の **SPECT** 回転は1分であったが、この時間分解能もクリアランスの解析には十分とはいえない。しかし、**planar** の画像収集で問題となるような、バックグラウンド処理によるクリアランスのアーチファクトは、**SPECT** では無視する

ことができ、また各壁の重なりも分離して評価できるのは利点である。

第2相での臨床試験で、筆者らは梗塞部と対照部でクリアランスに差がないことを報告した<sup>15</sup>。前回は注射直後から30分間のデータに2指数関数フィッティングを施行しており、今回は4分から10分間の単指数関数近似である。初期の第1相の変化は急速であり、開始時間の変動や時間分解能の限界のため、前回のような2指数関数近似では、解析が不十分であったのかもしれない。

今回クリアランスを検討した症例の冠動脈狭窄率は、1例(75%)を除いて90–100%狭窄であり、実際に安静でも対照部と狭窄部に冠血流差が生じているものと推定される。狭窄率とクリアランスの関係を検討するためには、個人間のばらつきも考慮するならば、さらに多数の単一冠動脈狭窄の症例が必要である。

初期カウントとクリアランスに正相関が認められることは、実際にクリアランスがどの程度有用なのかを検討する上で問題となる。すなわち、両者がよく相関するならば、初期の集積のカウント比を見ればよいことになるからである。実際に、全く集積の低下がない症例で、狭窄度の違いがクリアランスのみで検出できるような症例が、今後増えるようならば、この解析の有用性は高くなるであろう。

## VI. 結 語

$^{201}\text{Tl}$  の **teboroxime** の **SPECT** 検査を16症例に施行し、このうち15症例45領域について正常、虚血、梗塞の判定をしたところ、33領域(73%)で一致した。しかしながら、前壁中隔と側壁領域に比べて、後下壁では一致率が低い傾向が見られた。また、冠動脈狭窄部では、有意のクリアランス( $k$ )遅延を認め、安静時は対照部で  $k=5.401 \pm 0.342/\text{分}$ 、狭窄部で  $6.124 \pm 0.224/\text{分}$  ( $p=0.0087$ )、また負荷時は対照部で  $k=4.103 \pm 0.191/\text{分}$ 、狭窄部で  $5.141 \pm 0.336/\text{分}$  ( $p=0.0385$ ) であった。クリアランスと初期カウントのそれぞれの中隔/側壁比の間には、 $r=0.781$  の正の相関を認めた。

Teboroxime の新しい心筋血流用放射性医薬品としての有用性が確認できた。

この研究は、 $^{99m}\text{Tc}$  SQ30217 (teboroxime) 第3相臨床試験の一環として行われた。

## 文 献

- 1) O'Rourke RO, Chatterjee K, Dodge HT, et al: Guidelines for clinical use of cardiac radionuclide imaging, December 1986. A report of the American college of cardiology/American heart association task force on assessment of cardiovascular procedures (subcommittee on nuclear imaging). *Circulation* **74**: 1469A-1482A, 1986
- 2) Nunn AD, Treher EN, Feld T: Boronic acid adducts of technetium oxime complexes (BATOs). A new class of neutral complexes with myocardial imaging capabilities. *J Nucl Med* **27**: 893, 1986 [abstr]
- 3) Narra RK, Nunn AD, Kuczyński BL, et al: A neutral technetium-99m complex for myocardial imaging. *J Nucl Med* **30**: 1830-1837, 1989
- 4) Narra RK, Feld T, Wedeking P, et al: SQ30217, A technetium-99m-labeled myocardial imaging agent which shows no interspecies differences in uptake. *J Nucl Med* **27**: 1051-1052, 1986 [Abstr]
- 5) Johnson LL, Seldin DW, Muschel M, et al: Rest and exercise myocardial perfusion scans and clearance rate of SQ30217, a new technetium-99m perfusion imaging agent. *J Am Coll Cardiol* **9** (2 Suppl A): 138A, 1987
- 6) Beller GA, Watson DD: Physiological basis of myocardial perfusion imaging with the Technetium 99m agents. *Semin Nucl Med* **21**: 173-181, 1991
- 7) Johnson LL: Clinical experience with Technetium 99m teboroxime. *Semin Nucl Med* **21**: 182-189, 1991
- 8) Nakajima K, Taki J, Bunko H, et al: Dynamic acquisition with a three-headed SPECT system: Application to technetium 99m-SQ30217 myocardial imaging. *J Nucl Med* **32**: 1273-1277, 1991
- 9) Seldin DW, Johnson LL, Blood DK, et al: Myocardial perfusion imaging with technetium-99m SQ30217: comparison with thallium-201 and coronary anatomy. *J Nucl Med* **30**: 312-319, 1989
- 10) Stewart RE, Schwaiger M, Hutchins GD, et al: Myocardial clearance kinetics of technetium-99m-SQ30217: a marker of regional myocardial blood flow. *J Nucl Med* **31**: 1183-1190, 1990
- 11) Li QS, Solot G, Frank TL, et al: Tomographic myocardial perfusion imaging with technetium-99m-teboroxime at rest and after dipyridamole. *J Nucl Med* **32**: 1968-1976, 1991
- 12) Marshall RC, Leidholdt EM, Zhang D-Y, et al: The effect of flow on technetium-99m-teboroxime (SQ30217) and thallium-201 extraction and retention in rabbit heart. *J Nucl Med* **32**: 1976-1988, 1991
- 13) Stewart RE, Heyl B, O'Rourke RA, et al: Demonstration of differential post-stenotic myocardial technetium-99m-teboroxime clearance kinetics after experimental ischemia and hyperemic stress. *J Nucl Med* **32**: 2000-2008, 1991
- 14) Leppo JA, DePuey EG, Johnson LL: A review of cardiac imaging with sestamibi and teboroxime. *J Nucl Med* **32**: 2012-2022, 1991
- 15) 中嶋憲一, 滝 淳一, 分校久志, 他:  $^{99m}\text{Tc}$ -SQ30217 による心筋血流イメージング: 3 角型 SPECT の応用. *核医学* **28**: 127-133, 1991
- 16) 川上憲司, 岩村 晃, 後藤英介, 他:  $^{99m}\text{Tc}$ -SQ30217 と  $^{201}\text{Tl}$  による心筋シンチグラフィの比較——心筋梗塞症例を中心に——. *核医学* **27**: 1447-1450, 1991
- 17) 大嶽 達, 渡辺俊明, 小坂 昇, 他:  $^{99m}\text{Tc}$ -SQ30217 心筋イメージングの臨床応用——体内動態と撮像時期の検討——. *核医学* **28**: 71-81, 1991
- 18) 山下英利, 小塚隆弘, 石田良雄, 他: Tc-99m SQ 30217 の局所心筋クリアランス測定による冠動脈病変の検出. *Jpn Circulation J* p271, 1991 [抄録]
- 19) Ichihara T, Matsudaira M, Yamada M: Basic development of the Toshiba digital gammacamera, model GCA-9300A. In: An atlas of second generation SPECT. Hisada K, ed, Tokyo, Maruzen Co. Ltd., pp. 13-19, 1991



## Summary

### Myocardial Perfusion and Clearance of $^{99m}\text{Tc}$ Teboroxime Assessed by SPECT

Kenichi NAKAJIMA\*, Junichi TAKI\*, Hisashi BUNKO\*, Mitsuru TANIGUCHI\*, Noriyuki SHUKE\*, Ichiei KUJI\*, Kinichi HISADA\* and Masami SHIMIZU\*\*

*\*Department of Nuclear Medicine, \*\*Second Department of Internal Medicine, Kanazawa University Hospital, Kanazawa*

$^{99m}\text{Tc}$  teboroxime is a new myocardial imaging agent that has characteristics of high accumulation in the heart and rapid clearance. We performed tomographic teboroxime study and compared the findings with that of  $^{201}\text{Tl}$ . Myocardial teboroxime clearance was calculated by dynamic single photon emission computed tomography (SPECT) using continuous repetitive rotation acquisition method. Teboroxime SPECT image was reconstructed by the three-minute data started from 4 minutes after injection. In 45 myocardial regions (15 patients), complete agreement between  $^{201}\text{Tl}$  and  $^{99m}\text{Tc}$  teboroxime was obtained

in 33 regions (73%), when the findings were classified as normal, ischemia and infarction. Significant delay in clearance was seen in the region of coronary stenosis ( $\geq 75\%$ ) compared with that in the control region ( $p=0.0087$  at rest, and  $p=0.0385$  at peak exercise by paired T test). Septum-to-lateral ratios of the clearance and myocardial initial count showed positive correlation ( $r=0.743$ ). Further clinical application of this radiopharmaceutical is expected as a new myocardial imaging agent.

**Key words:**  $^{99m}\text{Tc}$  teboroxime, Coronary artery disease, Dynamic SPECT, Clearance.